

Proyecto de grado para aspirar al título de Médico Veterinario y Zootecnista  
**Evaluación de calidad del agua mediante el método Biological Monitoring  
Working Party en humedales del Bioparque Ukumarí, Pereira**

Por:

Santiago Betancur González

Cód. 1088017763

Asesora:

Melissa Trejos Ceballos

**Universidad Tecnológica De Pereira**  
**Programa De Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**  
**Pereira – Risaralda**  
**2017**

**Evaluación de calidad del agua mediante el método Biological Monitoring  
Working Party en humedales del Bioparque Ukumari, Pereira**

**Evaluation of water quality through the method Biological Monitoring Working  
Party in the wetlands of the Biopark Ukumari, Pereira**

**Santiago Betancur-González (1)**

1. MVZ en formación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Correo e: sanbetancur@utp.edu.co, móvil: 3113364870

**Resumen**

El objetivo de este estudio es evaluar la calidad del agua de los humedales de la quebrada Larga ubicada en el Bioparque Ukumari, mediante la implementación del método BMWP (Biological Monitoring Working Party). Estos humedales están siendo afectados por el vertimiento de aguas servidas producto de las actividades diarias realizadas por los habitantes del sector Galicia baja, viviendas cercanas al Bioparque generando un alto grado de contaminación y disminución de la calidad del agua en los humedales. el análisis del nivel de contaminación a través del método BMWP permitirá tener un diagnóstico del estado de los humedales que allí se encuentran, esta técnica evalúa la calidad del agua en clases de I a V, donde I son las aguas de buena calidad, aguas muy limpias a limpias y V las aguas fuertemente contaminadas o en estado muy crítico; esto se determina basado en la presencia de macroinvertebrados específicos encontrados en la zona de muestreo, ya que según el método BMWP cada uno de estos tiene asignado un puntaje de acuerdo a su resistencia o no a las condiciones adversas del agua. El estudio se realizó en 3 zonas de la quebrada Larga. La zona A corresponde (Entrada quebrada Larga al Humedal), B (La parte del humedal en forma de M) y C (Flujo de caudal continuo salida de humedal y descarga al río Consota) se establecieron 5 puntos de muestra de forma aleatoria en cada zona del humedal, para un total de 15 puntos; Las muestras se tomaron en diferentes sustratos (Rocas, piedras, hojarasca, troncos). Los resultados de este estudio nos indican una diferencia significativa en cuanto la calidad del agua en cada una de las tres zonas. En total se colectaron

1.010 macroinvertebrados distribuidos en 19 familias; la calidad del agua según la valoración dada por el índice Bmwp/Col indica que: En la zona A de los humedales las aguas son de calidad muy Críticas (Fuertemente Contaminadas) con un puntaje de 10, clase V, el cual se representa con el color rojo; Para la zona B, aunque el índice mejoró, las aguas son de calidad dudosa (Moderadamente contaminadas) con un puntaje de 36-37, clase III que se representa en la escala de colores con el color amarillo, en la zona final; La zona C de los humedales muestra una disminución significativa en el índice de contaminación del agua, aguas de calidad aceptable (Ligeramente contaminadas) con un puntaje de 86-96, clase II, la cual se representa con el color verde.

**Palabras clave:** Bioindicador, BMWP, calidad del agua, Humedal, macroinvertebrados.

### **Abstract**

The objective of this study is to evaluate the water quality of the wetlands of the long gulch located in the biopark Ukumari, through the implementation of the method BMWP (Biological Monitoring Working Party). These wetlands are being affected by the waste of used water, product of the daily activities performed by the inhabitants of the sector of Galicia Baja, homes near the biopark generating a high degree of contamination and reduction of the quality of the water in the wetlands. The analysis of the level of contamination through the method BMWP will have a diagnostic of the status of the wetlands that are there. This technique assesses the water quality in the classes of I to V, where "I" are the water of good quality, very clean water to clean water and V the strongly polluted waters or in state very critical; this is determined based on the presence of specific macroinvertebrates found in the area of sampling, since according to the method BMWP each of these is assigned a score according to their strength or not to the adverse water conditions. The study was conducted in 3 areas of the long gulch. The area A corresponds (Entrance to the long gulch of the wetlands), B (The part of the wetlands in the form of an M) And C (flow of continuous output of the wetlands and download to the Consota river) is established 5 points of shows randomly in each area of the wetland, for a total of 15 points; The

samples were taken in different substrates (Rocks, stones, leaf litter, trunks) ). The results of this study indicate a significant difference in the quality of the water, in each of the three areas. in total they were collected 1.010 macroinvertebrates distributed in 19 families; the water quality according to the assessment given by the index of Bmwp/col indicates that: in the area A of the wetlands the water has a critical quality (Heavily contaminated) with a score of 10, class V, which are represents with the red color; for the area B, although the index improved, the water is of dubious quality (moderately contaminated) with a score of 36-37, calss III, that are represents in the scale of colors with the yellow color, in the final area; The area C of the wetlands shows a significant decrease in the water contamination, water of acceptable quality (Slightly contaminated) with a score of 86-96, class II, which is represented with green color.

## **Introducción**

“Un humedal es una zona de tierras, generalmente planas, en la que la superficie se inunda de manera permanente o esporádicamente, al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres, donde viven plantas y animales característicos de los humedales” según lo descrito por Cañón. (2015).[1]

Estos ecosistemas, han sido fuertemente afectados por la planificación y técnicas de manejo inadecuadas, y políticas de desarrollo sectorial inconsistentes y desarticuladas con el cuidado del medio ambiente y los ecosistemas. Detrás de todo esto se evidencia una falta de conciencia social sobre el valor e importancia de los humedales y, por consiguiente, su omisión en los procesos de planificación política y de desarrollo de los sectores económicos que determinan las decisiones, afectando los humedales. Esto demanda estrategias de planificación y manejo de carácter integral. En 1971, la adopción de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, en Ramsar, Irán, y su subsecuente ratificación por parte de 131 países, establece un reconocimiento mundial sobre la importancia y los beneficios que ofrecen estos ecosistemas. [2]

Dada la degradación y consecuente desaparición de los humedales en Colombia, es necesario generar estrategias para la preservación y protección de este tipo de ecosistemas en los lugares donde se encuentran ubicados, como es el caso del Parque temático de flora y fauna (PTFF) Bioparque Ukumarì, donde se cuenta con dos humedales que se forman a partir de la quebrada Larga, los cuales son de gran importancia para el mantenimiento de la calidad ambiental, regulación de aguas y abastecimiento de estas al Bioparque.

Actualmente los humedales están siendo afectados por la disposición inadecuada de aguas servidas por parte de los habitantes de las viviendas aledañas al parque, las cuales no cuentan con una red de alcantarillado en condiciones óptimas, lo que genera el vertimiento de aguas servidas y en ocasiones material sólido (basuras o desechos) directamente al humedal. En consecuencia se genera un alto grado de contaminación y por ende, una disminución significativa en la calidad del agua, que directamente afecta el hábitat de diversas especies de fauna y flora existente en este ecosistema. Adicionalmente, se favorece la aparición de malos olores, y la aparición de vectores transmisores de enfermedades que pone en riesgo la salud de los animales, pobladores y visitantes del área. [3]

Los humedales del parque en algunas zonas no poseen cobertura forestal de protección. Estos en su superficie presentan colmatación por especies invasoras como *Mimosa pudica*, *Dichromena ciliata*, *Emilia sonchifolia*, entre otras y residuos provenientes de las viviendas aledañas, lo que hace que estos lechos pierdan capacidad receptora de agua, esta se vuelve turbia y con poco oxígeno; afectando directamente a varias especies habitantes de los humedales y generando un desequilibrio en el ecosistema. [2]

Por lo anterior es necesario realizar un estudio del índice de contaminación de los humedales del Bioparque Ukumarì; Un método efectivo que permite identificar la calidad del agua en los humedales es el uso de macro invertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas en este caso en humedales, es una práctica que se ha ido generalizando en todo el mundo, siendo una buena alternativa para realizar estudios de estado de contaminación hídrica. La cual se requiere actualmente en los humedales del Bioparque, para evaluar el nivel

de contaminación y realizar actividades a futuro subsecuentes con el diagnostico presentado en pro del medio ambiente y sus relacionados. [4]

El estudio y seguimiento de los humedales toma importancia puesto que la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) declaro que los ecosistemas de humedales estaban desapareciendo en un mayor nivel que los demás ecosistemas. Se han determinado algunas causales de importancia como: el aumento de la población y el cambio en las actividades económicas, el desarrollo de infraestructuras, la conversión de tierras, el uso del agua, la eutrofización y contaminación, la extracción excesiva, la sobreexplotación de los recursos de los humedales, el cambio climático y las especies exóticas invasoras. [5]

N. Davidson en un estudio realizado en el 2014 afirmó que el promedio documentado de la pérdida a largo plazo de los humedales naturales oscila entre un 54 % y un 57%. La tasa de pérdida de los humedales ha sido mucho más rápida durante el siglo XX y XXI, con una pérdida de entre el 64 % y el 71 % desde 1900 y esta desaparición se sigue viendo en todo el mundo. Esta rápida disminución significa que el acceso al agua dulce está mermando a nivel mundial, de igual forma que el almacenamiento de carbono, el control de las inundaciones y los medios de subsistencia tradicionales de los humedales también se ven afectadas generando un consecuente impacto sobre su biodiversidad. Según el informe Planeta Vivo (2016, en 40 años (1970-2010) las poblaciones de especies de agua dulce han disminuido en un 76%, lo que indica una gran pérdida para la fauna mundial.[6, 7]

Los humedales son espacios de acumulación de fuente hídrica de no más de seis metros de profundidad, de gran amplitud, donde se combinan el agua y la tierra dando la existencia de diversas plantas capaces de vivir en estas características y también muchas especies de animales. [8]

Estas zonas de agua no se pueden establecer o clasificar en una categoría de espacio acuático o terrestre, debido a que ocupan el espacio que hay entre los medios húmedos y los secos, y que además poseen características de ambos. Los humedales presentan agua durante periodos de tiempo suficientemente largos como

para alterar los suelos, sus microorganismos y las comunidades de flora y fauna que allí habitan. [8, 2]

Los humedales y su conservación como ecosistema se rige a través de leyes y decretos proclamados a lo largo de la historia. En el año 1978 con el decreto 1608 del 31 de julio se reglamenta el código nacional de los recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente en materia de fauna silvestre, los planes regionales ambientales de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las de Desarrollo Sostenible y su armonización con la gestión ambiental territorial surgen a través del Decreto 1865 del 3 de Agosto de 1994, el Decreto 883 del 31 de Marzo de 1997 se regulan de manera general algunas actividades y se define un instrumento administrativo para la prevención o el control de los factores de deterioro ambiental, la Ramsar en el año 1997 por medio de la ley 357 se aprueba en Colombia la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" y en el 2002 por medio del decreto 1667 se designan unos humedales para ser incluidos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la ley anterior (357 de 1997). [9, 10, 11, 12,13]

Ramsar (2015) planteó unos Objetivos y Metas para 2016 – 2024, entre los que se encuentran: “Objetivo 1: Hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales. Objetivo 2: Llevar a cabo una conservación y un manejo eficaz de la red de sitios Ramsar. Objetivo 3: Realizar un uso racional de todos los humedales. Objetivo 4: Mejorar la aplicación”. [14, 15]

Estos objetivos establecidos mundialmente nos impulsa a tener un mayor enfoque en cuanto a la conservación de los humedales por su gran importancia y como un elemento vital dentro de los diferentes ecosistemas con que cuenta el PTFF, Bioparque Ukumarì, priorizando en los humedales; los cuales dentro del ciclo hídrico tienen un rol importante en el mantenimiento de la calidad ambiental y regulación de aguas de las cuencas hidrográficas, desarrollando funciones de mitigación de riesgos de desastre con impacto en inundaciones, absorción de contaminantes, retención de sedimentos, recarga de acuíferos y formando hábitats para animales y plantas. Estas funciones realizadas por los humedales se ven afectadas por la falta

de alcantarillado de las viviendas aledañas provocando una carga excesiva de sedimentos y contaminación que afecta directamente la calidad del agua. [15]

El estudio en los humedales del Bioparque se realizó con el método de evaluación de la calidad del agua Biological Monitoring Working Party (BMWP) el cual fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Zamora-Muñoz y Alba Tercedor (1996) hicieron una adaptación para España y lo denominaron BMWP siendo esta la práctica de elección a utilizar en este estudio con enfoque a determinar el nivel del problema. [16]

En Colombia, la bioindicación aparece en los años setenta con los trabajos de Roldán, et al., (1973), cuando por primera vez se realizó un estudio de la fauna de macroinvertebrados como indicadores del grado de contaminación del río Medellín. Posteriormente, Matthias y Moreno (1983) realizaron un estudio fisicoquímico y biológico del mismo río utilizando los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua. Bohórquez y Acuña, (1984) realizaron los primeros estudios para la sabana de Bogotá. Roldán (1988) publicó la primera guía para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos en el Departamento de Antioquia, y luego se comprobó su aplicación para la mayoría de los países neotropicales. Roldán (1992) publicó el libro Fundamentos de Limnología Neotropical y posteriormente adaptó el sistema del BMWP para evaluar la calidad del agua en Colombia mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1997, 1999). Zúñiga de Cardozo, et al., (1997) hicieron una adaptación de este método para algunas cuencas del Valle del Cauca. Reinoso (1998) realizó un estudio del río Combeima en el Departamento del Tolima. Después, Zamora (1999) realizó una adaptación del índice BMWP para la evaluación de la calidad de las aguas continentales en Colombia, Roldán (2001) adaptó el sistema para la cuenca de Piedras Blancas en el Departamento de Antioquia y finalmente publicó su libro “bioindicación de la calidad del agua en Colombia” (2002) donde describe el método BMWP para Colombia, del cual se guían todos los estudios dirigidos a determinar la calidad del agua [16]



Este método se basa en evaluar la presencia y diversidad de macroinvertebrados que son aquellos bioindicadores acuáticos con un tamaño superior a 500  $\mu\text{m}$ , entre los que se incluyen especies como: esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, los cuales desarrollan todo su ciclo de vida en el agua. [4]

Según el método BMWP cada uno de los macroinvertebrados tiene asignado un puntaje de acuerdo a su resistencia o no a las condiciones adversas del agua.

Estos son organismos que por su presencia en mayor o menor abundancia indican el estado o condición del ecosistema, como lo es el grado de contaminación. En este caso los macroinvertebrados nos ayudarán a realizar un panorama de cómo se encuentran los humedales del PTFF, Bioparque Ukumarì, siendo este un estudio alternativo de las pruebas físico- químicas habituales, que presenta más opciones al momento de evaluar la calidad del agua. La evaluación de los humedales basada en el estudio de macroinvertebrados acuáticos ofrece múltiples ventajas como lo son: simplicidad metodológica, rapidez en la obtención de los resultados y una alta confiabilidad, lo que hace de este método una herramienta de gran ayuda en la vigilancia de diferentes ecosistemas. [4]

Este estudio de bioindicación se realizara en los humedales del Bioparque Ukumarì, el cual nació como una iniciativa de las autoridades locales de Pereira, el Gobierno Nacional, y la empresa privada, para fortalecer a la ciudad como destino turístico. Así mismo, gracias a que está ubicado en la región cafetera, complementa las atracciones del Parque Nacional del Café y Panaca (Quindío). Además, Ukumarì alberga los ejemplares de fauna exótica y tropical del tradicional Zoológico Matecaña, con el fin de brindarles un hábitat más confortable, que cumpla con las necesidades de cada especie. Está ubicado en el Km 14, margen sur, de la vía que de Pereira - Risaralda (Colombia) conduce al corregimiento de Cerritos. [17,18]

Por las inmediaciones del Bioparque transita la corriente quebrada larga. Dos importantes humedales que conforman y hacen parte del drenaje quebrada larga, el primero se ubica en la zona más cercana a la desembocadura con el río Consotà y los límites con el parque temático, tiene un área aproximada de 1,01 hectáreas, corresponde a un humedal palustre, emergente persistente, el cual se surte y está conectado a la quebrada larga, tiene especies hidrófilas en algunos tramos. El segundo humedal se ubica y conforma la zona de quebrada larga aledaña al box

culvert y a la clínica para animales del parque temático. Corresponde a un humedal palustre, emergente persistente tiene aproximadamente 3,05 hectáreas. Este cuerpo de agua nace y se extiende fuera de los límites del parque. [3]

Dada la importancia de los humedales como habitat de fauna y flora y además, su ubicación en el PTFF Bioparque Ukumari en el cual se pueden encontrar cerca de 254 animales y 204 especies de plantas, el objetivo de este estudio es evaluar la calidad del agua de los humedales de la quebrada Larga ubicada en el Bioparque Ukumari, mediante la implementación del método Biological Monitoring Working Party.

### **Objetivos específicos**

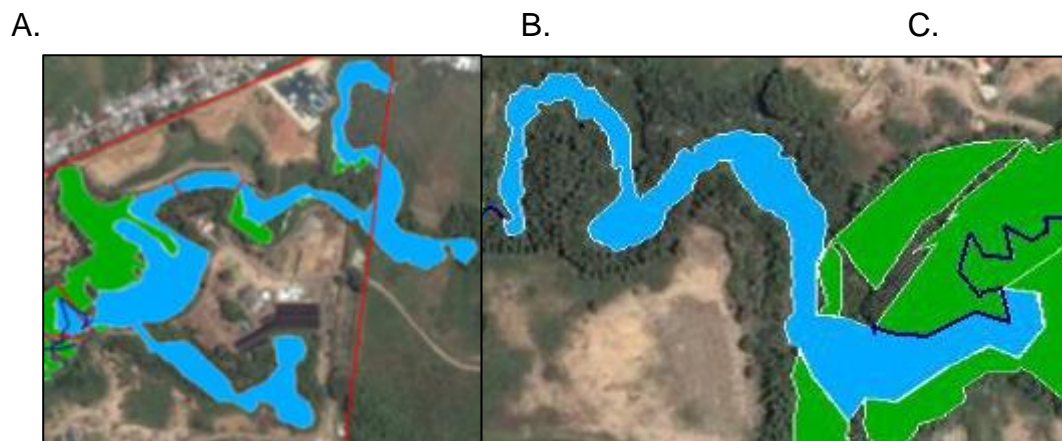
- Describir las características ambientales de los humedales encontradas en las tres zonas de análisis.
- Determinar la abundancia de macroinvertebrados acuáticos en las tres zonas de análisis de la quebrada Larga
- Analizar la calidad del agua a través del método BMWP en los tres sectores definidos identificando los macroinvertebrados presentes

### **Materiales y métodos**

- Traje de fontanería
- Bandejas blancas con borde alto
- Envases plásticos
- Cepillo de dientes
- Etanol 70%
- Estereoscopio
- Cajas de Petri
- Marcador
- Red D-net
- Balde
- Guía de macro invertebrados

Según el PTFFP con el apoyo de ingeniería ambiental especializada y gestión ambiental (IGENIAM, 2013) se establecieron 3 zonas de muestreo las cuales se tomaron de referencia para realizar el estudio de macroinvertebrados. La zona A (Entrada quebrada Larga a los humedales), B (La parte del humedal en forma de M) y C (Flujo de caudal continuo salida de humedal y descarga al río Consota) (Imagen 1). Este es un estudio descriptivo, donde se establecieron 5 puntos de forma aleatoria en cada zona de los humedales, para un total de 15 puntos; esto se formuló para tratar de abarcar mayor área y zonas con mayor abundancia de macroinvertebrados por las condiciones del hábitat o sustrato.[19]

Imagen 1



TOMADA DE: Watteijne B.2015. Plan de control de especies invasoras en humedales del Bioparque Ukumarì.

La toma de muestras de macro invertebrados acuáticos se trabajó en tres zonas descritas a continuación:

**Zona A. Muestras de 1 a 5:** Ubicada en la zona de la clínica veterinaria del parque temático en el área al frente del parqueadero de la clínica.

**Zona B. Muestras de 6 a 10:** Humedal en forma de M aguas ubicadas debajo de la Zona A después del box culvert que se encuentra detrás de la clínica veterinaria y la entrada al área AFRICA.

**Zona C. Muestras de 11 a 15:** aguas ubicada debajo de la Zona B y antes de la desembocadura al río Consota dentro de los límites del parque temático.

Roldán (2003) describe diferentes métodos de recolección de muestras de los cuales se consideran los más apropiados por las características de los humedales; la red tipo D-net o red de mano y la recolección manual.

La red D-net se usa para hacer un barrido en zonas de agua poco profundas y de poca corriente o estancado. Roldán (2003) “su uso debe ser intensivo hasta cubrir una área representativa del muestreo. El material recolectado se vacía sobre una red, para lavar el exceso de lodo o arena, luego se guarda en una bolsa plástica con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio.

La recolección manual consiste en levantar rocas, piedras, ramas sumergidas y troncos en cuya superficie se encuentran organismos, al tomar la muestra de estos macro invertebrados adheridos a superficies se debe tener especial cuidado en no dañar las estructuras externas de los bioindicadores recolectados. La muestra se guarda en frascos pequeños con alcohol al 70%. Cuando comienzan a aparecer de manera repetitiva los mismos macro invertebrados sobre los sustratos se considera que el muestreo es suficiente. [20]

Para la colecta de muestras se seleccionan los mejores tipos de sustratos presentes en cada estación para el establecimiento de las comunidades bióticas. En cada sustrato se tomó muestra, en la cual se procedió con la captura de los individuos empleando una red D-Net con ojo de malla de 560µm, removiendo el fondo incluyendo piedras que se encuentren dentro del área determinada ubicando la red a contra corriente, posteriormente se procede a coleccionar en recipientes plásticos los macro invertebrados, preservándolos en alcohol al 70%.

En el laboratorio para la separación de las muestras, estas se colocan en bandejas, en un lugar bien iluminado, y con la ayuda de unas pinzas de aluminio. El sedimento se va removiendo de un extremo al otro de la bandeja cuidadosamente, hasta verificar que no queden organismos. Las muestras deben conservarse en alcohol al 70%, en frascos debidamente rotulados con nombre del humedal, Ciudad, Fecha de la toma y el nombre de quien tomó la muestra. [20]

Para la determinación taxonómica de los especímenes hasta género y/o morfotipo se emplearon las claves de (Machado y Rincón, 1989), (Spangler y Fragoso, 1992),

Merritt y Cummins, 1996), (Roldán, 1996), (Domínguez y Fernández, 2009), (Prat et al. 2009).

La calidad del agua se avaluó utilizando el índice Bmwp/Col adaptado por Roldan. Según el método BMWP cada uno de los macroinvertebrados tiene asignado un puntaje determinado de acuerdo a su resistencia o no a las condiciones adversas del agua, como la contaminación. De allí se saca el puntaje que evalúa la calidad del agua del humedal. (TABLA 1).

Tabla No. 1 Roldan (2003) Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.

<i>Familias</i>	<i>Puntaje</i>
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, polymitarcyidae, Xiphocentronidae.</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.</i>	5
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae.</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae.</i>	2
<i>Tubificidae.</i>	1

TOMADA DE: 1era ed. Medellín. (Colombia): Universidad de Antioquia; 2003.  
Capítulo 4, método BMWP para Colombia: p. 31.

Tabla No. 2. Roldán (2003) Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

TOMADA DE: 1era ed. Medellín. (Colombia): Universidad de Antioquia; 2003.  
Capítulo 4, método BMWP para Colombia: p. 32.

## Resultados y discusión

Durante el recorrido realizado por la zona A y comenzando la zona B del humedal se evidenciaron las malas condiciones ambientales del ecosistema encontrándose: Sustrato pantanoso y con gran cantidad de materia orgánica en descomposición, descargas de aguas residuales domésticas, presencia de aceites en la superficie del agua, malos olores generados por los procesos de eutrofización que se generan el sitio, carencia de franjas protectoras, gran cobertura de plantas invasoras en el espejo de agua asociadas o influenciadas por la gran cantidad de materia orgánica de origen antropogénico descargada aguas arriba y en el sitio y poco flujo o circulación de agua.

Esta caracterización de la zona A es acorde con un estudio realizado en PTFF Bioparque Ukumari con la colaboración del INGENIAM (2013) el cual en sus resultados describen la zona A como un área altamente degradada por la

acumulación de residuos, escombros y vertimiento de aguas servidas, con presencia de especies invasoras y poca cobertura vegetal ribereña.

Durante el recorrido realizado finalizando la zona B y la zona C se encontró sustrato pantano-arenoso, aumento de la vegetación ribereña “franja forestal protectora”, no se evidencio descarga de aguas residuales de ningún tipo, disminución de plantas invasoras en el espejo de agua, disminución de olores, mayor flujo o circulación de la corriente de agua.

En el estudio realizado en el Bioparque con la colaboración del INGENIAM(2013) muestran unos resultados similares a los de este estudio indicando colmatación, presencia de especies invasoras y poca cobertura de vegetación ribereña, pero con una disminución en la contaminación del agua en comparación con la zona A.

En la zona C el estudio realizado en el 2013 muestra que es un área con flujo de caudal continuo, con cobertura forestal protectora y con un proceso de colmatación bajo, lo que coincide con lo encontrado en este estudio.

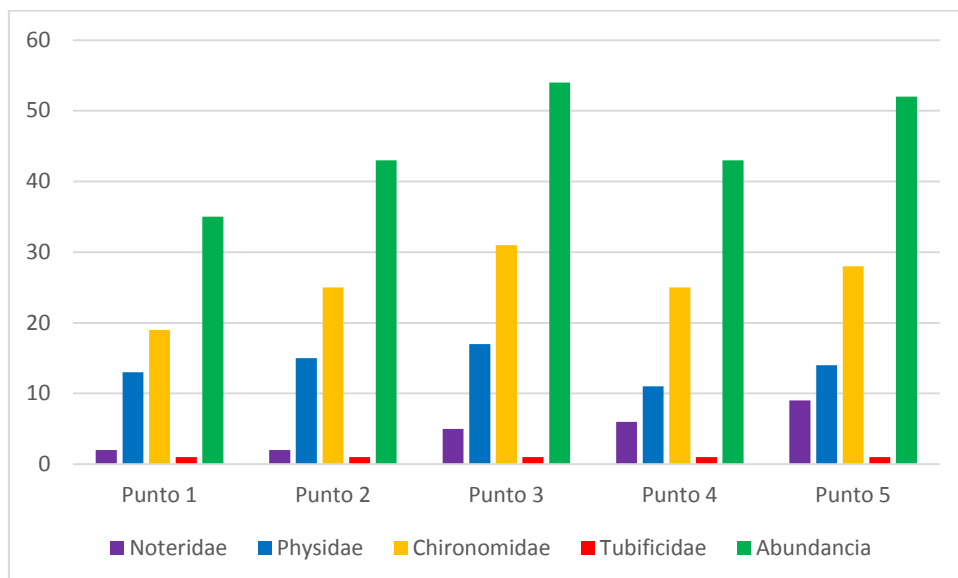
Durante el desarrollo del muestreo se encontró la presencia de alevinos de sabaleta entre la Zona B y C.

Determinando la cantidad en todos los puntos de muestreo se encontraron 1.010 (100%) macroinvertebrados, (Grafica 1) de los cuales el 22% (227) se encontraron en la zona A. 3.4% (35) en el punto de muestreo 1, 4.2% (43) en el punto 2, 5.3% (54) en el punto 3, 4.2% (43) en el punto 4 y 5.1% (52) en el punto 5. (Tabla 3).

Tabla No. 3. **Zona A.** Abundancia de Macroinvertebrados.

<b>Familia</b>	<b>Punto 1</b>	<b>Punto 2</b>	<b>Punto 3</b>	<b>Punto 4</b>	<b>Punto 5</b>	<b>Total familia</b>
<i>Noteridae</i>	2	2	5	6	9	24
<i>Physidae</i>	13	15	17	11	14	70
<i>Chironomidae</i>	19	25	31	25	28	128
<i>Tubificidae</i>	1	1	1	1	1	5
<b>Abundancia</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>54</b>	<b>43</b>	<b>52</b>	<b>227</b>

Grafica No.1 **Zona A.** Abundancia de Macroinvertebrados.



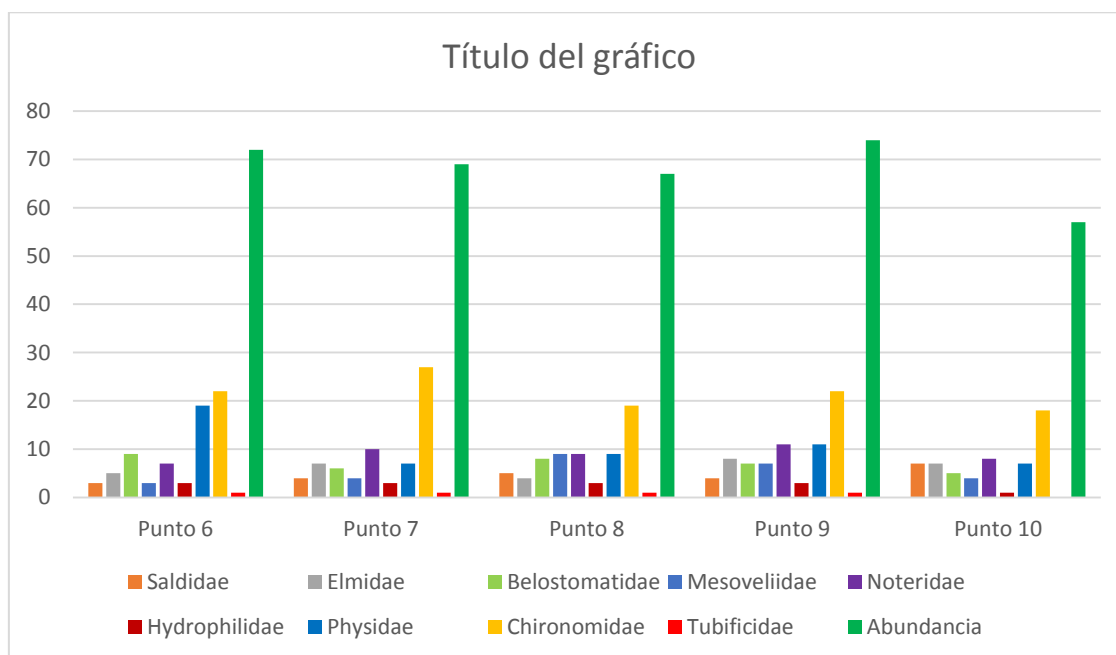
En la zona B un 34% (339) de los macroinvertebrados, 7.1% (72) en el punto 6, 6.8% (69) en el punto 7, 6.6% (67) en el punto 8, 7.3% (74) en el punto 9 y 5.6% (57) en el punto 10 de muestreo de la zona B. (Tabla 4).

Tabla No. 4. **Zona B.** Abundancia de Macroinvertebrados.

Familia	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10	Total Familia
<i>Saldidae</i>	3	4	5	4	7	23
<i>Elmidae</i>	5	7	4	8	7	31
<i>Belostomatidae</i>	9	6	8	7	5	35
<i>Mesoveliidae</i>	3	4	9	7	4	27
<i>Noteridae</i>	7	10	9	11	8	45
<i>Hydrophilidae</i>	3	3	3	3	1	13
<i>Physidae</i>	19	7	9	11	7	53
<i>Chironomidae</i>	22	27	19	22	18	108
<i>Tubificidae</i>	1	1	1	1		4
<b>Abundancia</b>	<b>72</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>74</b>	<b>57</b>	<b>339</b>



Grafica No.2. **Zona B.** Abundancia de Macroinvertebrados.



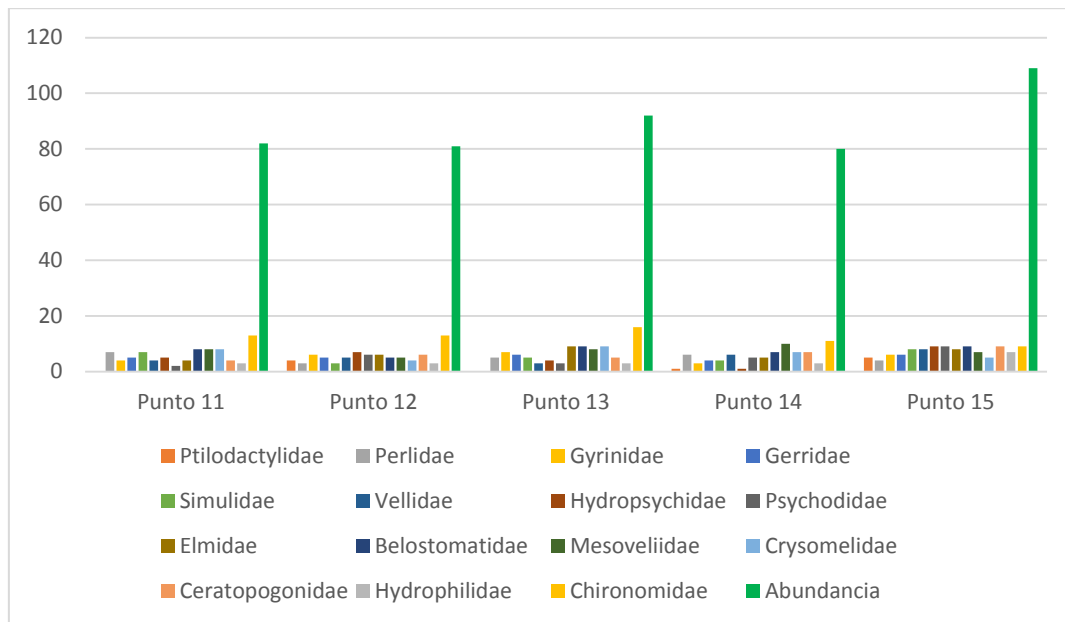
En la zona C el 44% con 444 macroinvertebrados; 8.1% (82) en el punto 11, 8.0% (81) en el punto 12, 9.1% (92) en el punto 13, 7.9% (80) en el punto 14 y 10.7% (109) en el punto 15. (Tabla 5)

Tabla No. 5. **Zona C.** Abundancia de Macroinvertebrados.

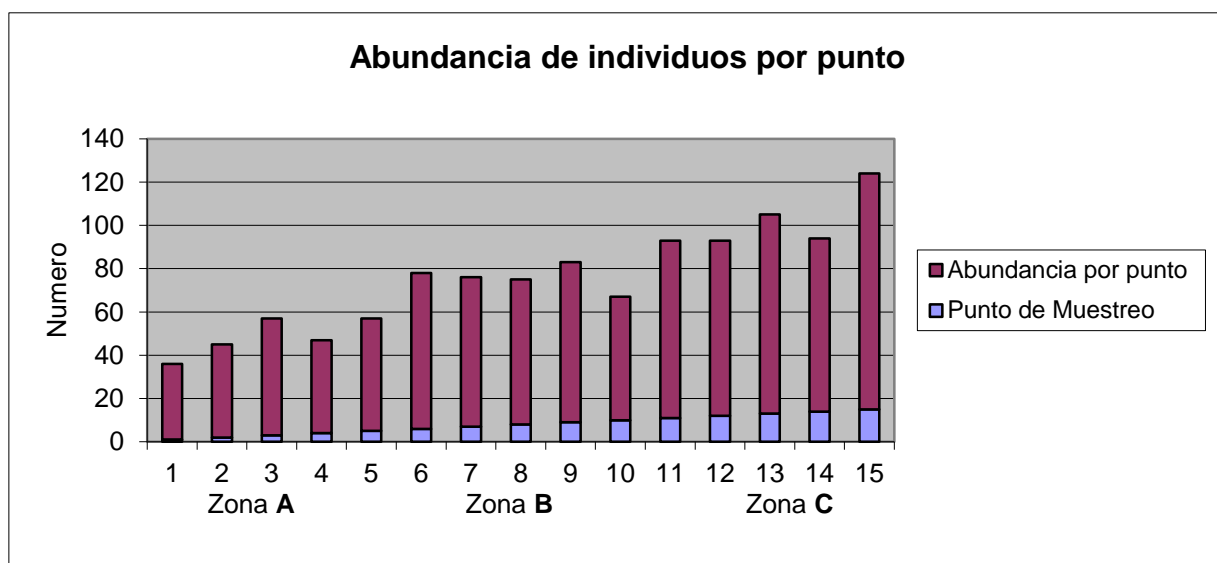
Familia	Punto 11	Punto 12	Punto 13	Punto 14	Punto 15	Total Familia
<i>Ptilodactylidae</i>		4		1	5	10
<i>Perlidae</i>	7	3	5	6	4	25
<i>Gyrinidae</i>	4	6	7	3	6	26
<i>Gerridae</i>	5	5	6	4	6	26
<i>Simuliidae</i>	7	3	5	4	8	27
<i>Vellidae</i>	4	5	3	6	8	26
<i>Hydropsychidae</i>	5	7	4	1	9	26
<i>Psychodidae</i>	2	6	3	5	9	25
<i>Elmidae</i>	4	6	9	5	8	32

<i>Belostomatidae</i>	8	5	9	7	9	38
<i>Mesoveliidae</i>	8	5	8	10	7	38
<i>Crysomelidae</i>	8	4	9	7	5	33
<i>Ceratopogonidae</i>	4	6	5	7	9	31
<i>Hydrophilidae</i>	3	3	3	3	7	19
<i>Chironomidae</i>	13	13	16	11	9	62
<b>Abundancia</b>	<b>82</b>	<b>81</b>	<b>92</b>	<b>80</b>	<b>109</b>	<b>444</b>

Grafica No.3. **Zona C.** Abundancia de Macroinvertebrados.



Grafica No.4



Es evidente el mejoramiento de las características del agua entre las Zonas A y C, esto se debe a factores relacionados con el aumento del área de los humedales, la vegetación ribereña como la gran franja de guadual entre las zonas B y C lo que permite retener y regular nutrientes descargados aguas arriba, el vertimiento de aguas servidas encontrado solo en la zona A. Encontrando los mismos resultados en el estudio realizado por Meza y Rubio (2012) en el cual encontraron que en zonas provistas por vegetación ribereña, la riqueza y abundancia de macroinvertebrados fue mayor en comparación a sitios donde esta se encuentra ausente y también Alonso (2006) explica que la ausencia de la vegetación ribereña empobrece la composición de macroinvertebrados en el ecosistema.

Pasando a realizar el índice de contaminación en los humedales del PTFF Ukumari, se encontró que en los 5 puntos de muestreo ubicados en la Zona A de los humedales, la calidad del agua según la valoración dada por el índice Bmwp/Col, las Aguas son de calidad muy Críticas - Fuertemente Contaminadas con un puntaje de 10, clase V, el cual se representa con el color rojo. (Tabla 6)

Tabla No. 6. **Zona A.** Clase de calidad de agua, valores BMWP/Col.

Familia	Valor índice por familia	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
<i>Noteridae</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Physidae</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Chironomidae</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Tubificidae</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Bmwp/Col</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Para la Zona B del humedal aunque la calidad según el índice Bmwp/Col mejoró, sus aguas en los 5 puntos de muestreo según la valoración dada son Aguas de calidad dudosa - Moderadamente contaminadas con un puntaje de 36-37, clase III y se representa en la escala de colores con el color amarillo. (Tabla 7)

Tabla No. 7. **Zona B.** Clase de calidad de agua, valores BMWP/Col.

<b>Familia</b>	<b>Valor índice por familia</b>	<b>Punto 6</b>	<b>Punto 7</b>	<b>Punto 8</b>	<b>Punto 9</b>	<b>Punto 10</b>
<i>Saldidae</i>	8	8	8	8	8	8
<i>Elmidae</i>	6	6	6	6	6	6
<i>Belostomatidae</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Mesoveliidae</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Noteridae</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Hydrophilidae</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Physidae</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Chironomidae</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Tubificidae</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Bmwp/Col</b>		<b>37</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>36</b>

Para la Zona C o zona final de los humedales se encontró un aumento de la calidad del agua, reportando según el índice Bmwp/Col aguas de calidad aceptable-Ligeramente Contaminadas con un puntaje de 86-96, clase II, la cual se representa en la escala de colores con color verde. (Tabla 8)

Tabla 8. **Zona C.** Clase de calidad de agua, valores BMWP/Col.

<b>Familia</b>	<b>Valor índice por familia</b>	<b>Punto 11</b>	<b>Punto 12</b>	<b>Punto 13</b>	<b>Punto 14</b>	<b>Punto 15</b>
<i>Ptilodactylidae</i>	10		10		10	10
<i>Perlidae</i>	10	10	10	10	10	10
<i>Gyrinidae</i>	9	9	9	9	9	9
<i>Gerridae</i>	8	8	8	8	8	8
<i>Simuliidae</i>	8	8	8	8	8	8
<i>Vellidae</i>	8	8	8	8	8	8
<i>Hydropsychidae</i>	7	7	7	7	7	7
<i>Psychodidae</i>	7	7	7	7	7	7
<i>Elmidae</i>	6	6	6	6	6	6
<i>Belostomatidae</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Mesoveliidae</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Crysmelidae</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Ceratopogonidae</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Hydrophilidae</i>	3	3	3	3	3	3

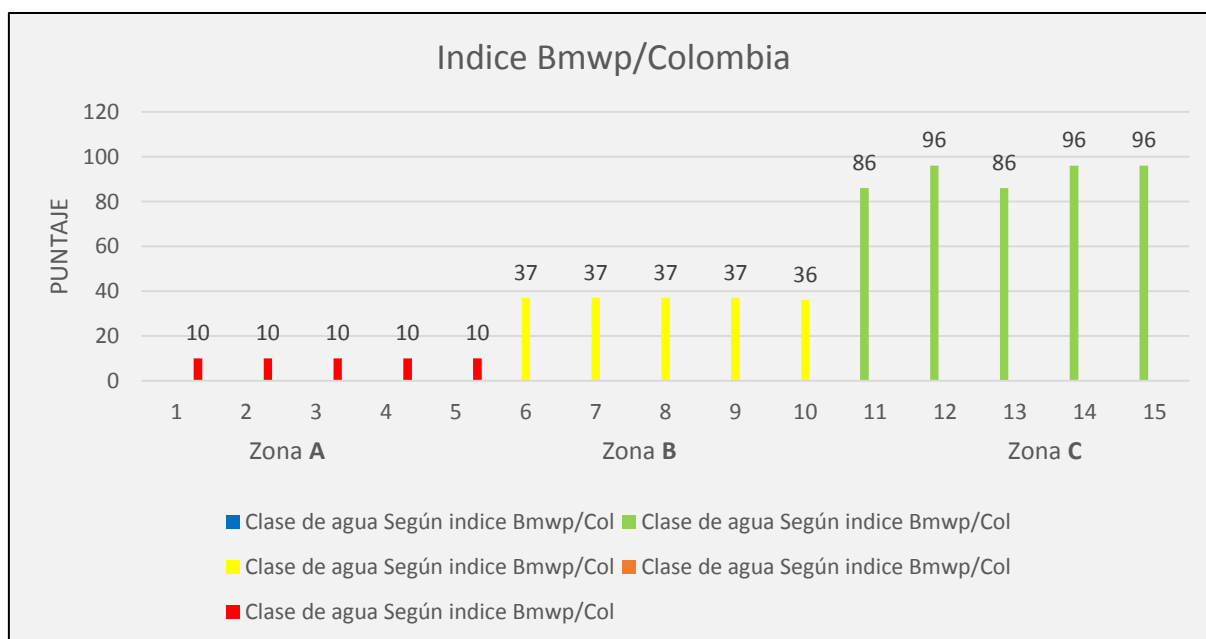
<i>Chironomidae</i>	2	2	2	2	2	2
<b>Bmwp/Col</b>		<b>86</b>	<b>96</b>	<b>86</b>	<b>96</b>	<b>96</b>

Tabla No. 9. Calidad del agua de los humedales del PTFF, BMWP/Col

Zona	Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
	I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
<b>C</b>	<b>II</b>	<b>Aceptable</b>	<b>61-100 (86-96)</b>	<b>Aguas ligeramente contaminadas</b>	<b>Verde</b>
<b>B</b>	<b>III</b>	<b>Dudosa</b>	<b>36-60 (36-37)</b>	<b>Aguas moderadamente contaminadas</b>	<b>Amarillo</b>
	IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
<b>A</b>	<b>V</b>	<b>Muy crítica</b>	<b>&lt;15 (10)</b>	<b>Aguas fuertemente contaminadas</b>	<b>Rojo</b>

Convenciones: (#) Resultado obtenido durante el análisis de cada zona.

Grafica No.5. Índice BMWP/Col.



Entre las Zonas A y C el mejoramiento de la calidad del agua es notable, por los valores presentados en el índice Bmwp/Col realizados en este estudio, esto puede estar asociado a la disminución de los vertimientos antropogénicos de aguas después de la zona A; este concepto se alía a lo mencionado en el texto de la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002) la cual especifica que la acumulación de material orgánico, los procesos de eutrofización y acidificación y la invasión de especies lo cual inciden sobre la variación de las propiedades químicas y biológicas del humedal, el vertimiento de desechos ocasiona cambios severos en la calidad de las aguas, lo cual desencadena cambios biológicos. (5)

Después de mostrar los resultados obtenidos es importante resaltar la utilidad del método y su manejable aplicación para obtener la calidad del agua, aspectos como la fácil recolección de macroinvertebrados, debido a que no se necesitan muchos operarios, ni equipos costosos para esto, nos indica que es un método económico, siendo otra característica de los macroinvertebrados, su fácil manejo a comparación de otros biológicos como virus, bacterias, protozoos, entre otros. Además, los macroinvertebrados son sedentarios y los ciclos de vida son largos, lo que nos permite dar un resultado que indique el estado real actual del nivel de contaminación del agua de una manera efectiva.

## **Conclusión**

La zona A es la parte del humedal más afectada por las descargas de aguas servidas domésticas, presentando malos olores debido a los procesos de eutrofización, con poca cobertura de vegetación ribereña y especies invasoras, esto se relaciona con la menor cantidad de macroinvertebrados encontrados y la calidad del agua muy crítica- fuertemente contaminada según el índice Bmwp/Col.

A medida que avanzan los humedales, van mejorando sus características ambientales, en la zona B aumento la abundancia y la calidad del agua es dudosa-moderadamente contaminadas.

En la zona C se encontró vegetación ribereña, no se evidencio descarga de aguas servidas y disminuyen las plantas invasoras lo que contribuye a mejorar la calidad del agua que muestra un índice aceptable- ligeramente contaminadas y el mayor número de macroinvertebrados encontrados en los humedales.

### **Recomendaciones**

Aunque el muestreo refleja mejores condiciones medio ambientales de los humedales por su paso por el Bioparque Ukumarì, la calidad del agua del medio no es la óptima para el establecimiento de poblaciones de organismos poco tolerantes a la contaminación; debido a que sobre el cuerpo de agua se vierten aguas servidas y aceites de desecho que reducen las propiedades del recurso para su aprovechamiento.

El vertimiento de aguas servidas en el cuerpo de agua, el poco caudal, la poca vegetación ribereña, la invasión de especies oportunistas que aprovechan la gran cantidad de nutrientes y el mal manejo en general que se le da al ecosistema va en detrimento del recurso.

Por lo anterior es esencial que las autoridades competentes realicen la gestión necesaria para el manejo de vertimientos, el control de las plantas invasoras y el aumento de las zonas de vegetación ribereña para permitir que este ecosistema cumpla con sus funciones ecológicas.

Teniendo en cuenta que los humedales forman parte integral del PTFF, Bioparque Ukumarì. Se hace necesario que las directivas encargadas de la administración del mismo realicen las inversiones necesarias en pro del mejoramiento de la calidad del agua presente en los humedales, y a su vez hagan las gestiones oportunas para que la administración municipal y las empresas prestadoras de servicios mejoren las condiciones ambientales del entorno y optimicen los alcantarillados actuales permitiendo con ello que estos importantes ecosistemas “ humedales” en el mediano plazo jueguen un rol principal en la calidad ambiental del Bioparque.

### **Referencias**

1. Cañón B. 2015. Manual manejo técnico de los humedales. Parque Temático de Flora y Fauna de Pereira, Colombia.
2. Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Consejo Nacional Ambiental. Política Nacional para Humedales interiores de Colombia: Estrategias para su conservación y uso sostenible. [Internet]. [Revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Políticas/polit\\_nal\\_humedales\\_int\\_colombia.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Políticas/polit_nal_humedales_int_colombia.pdf)
3. Carder. 20 de octubre del 2014. Proceso de gestión ambiental territorial, mejoramiento de la calidad ambiental. Bioparque Ukumari, Pereira, Risaralda.
4. Ladrera R, Rieradevall M, Prat N. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica.
5. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
6. N. Davidson, How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area, CSIRO Publishing, Marine and Freshwater Research, 2014, 65, 934 – 942, septiembre de 2014.
7. WWF, Planeta vivo, informe 2016 [Internet]. [Revisado 12 oct de 2016]. Disponible en: <http://awsassets.wwf.es/downloads/resumeninformeplanetavivo2016.pdf>
8. Moreno V, García JF, Villalba JC. Descripción general de los humedales de Bogotá. Colombia.
9. Régimen legal de Bogotá D.C: ley 357 de 1997 [Internet]. Alcaldía de Bogotá: fecha de expedición: 21/01/1997, fecha de entrada en vigencia: 27/01/1997 [revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=344>
10. Régimen legal de Bogotá D.C: decreto 1667 de 2002 [Internet]. Alcaldía de Bogotá: fecha de expedición: 02/08/2002, fecha de entrada en vigencia: 02/08/2002 [revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5546#1>



11. En Colombia, Decreto 883 del 31 de Marzo de 1997 [Internet]. [revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <https://encolombia.com/medio-ambiente/normas-a/hume-decreto088397/>
12. En Colombia, fauna silvestre. Decreto 1608 del 31 de Julio de 1978 [Internet]. [Revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <https://encolombia.com/medio-ambiente/normas-a/hume-decreto160878/>
13. En Colombia, Desarrollo Sostenible y su Armonización con la Gestión Ambiental Territorial. Decreto 1865 del 3 de Agosto de 1994 [Internet]. [Revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <https://encolombia.com/medio-ambiente/normas-a/hume-decreto86594/>
14. Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
15. convención de Ramsar. 2015. El Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
16. Roldán G. 2012. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Bogotá.
17. Ukumari Bioparque. Historia [Internet]. Pereira [Revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <http://ukumari.co/historia>
18. Ukumari Bioparque. Ubicación [Internet]. Pereira [Revisado 11 jul de 2016]. Disponible en: <http://ukumari.co/ubicacion>
19. Watteijne Ceron B. 2015. Plan de control de especies invasoras en humedales del Bioparque Ukumari. Parque temático de flora y fauna de Pereira, Colombia.
20. Roldán GA. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. 1ra ed. Medellín (Colombia): Universidad de Antioquia; 2003. p. 31-129.